

Pemanfaatan Arang Aktif Limbah Kulit Kacang Kedelai (*Glycine max*) dalam Meningkatkan Kualitas Limbah Cair Tahu

*The Utilization of Activated Charcoal from Soybean (*Glycine max*) Nutshell Waste to Increase the Quality of Tofu Wastewater*

Nastiti Sedyaning Laras*, Yuliani, Herlina Fitrihidajati

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

*e-mail: nastitilaras@gmail.com

ABSTRAK

Limbah cair tahu mengandung banyak bahan-bahan organik seperti protein 40-60%, karbohidrat 25-50% dan lemak 10% dan bersifat asam yang dapat menurunkan kualitas air pada badan air yang menerima apabila langsung dibuang pada perairan. Beberapa parameter yang dapat digunakan untuk menentukan kualitas air adalah kadar COD, BOD, dan pH. Arang aktif dapat digunakan sebagai adsorben dalam meningkatkan kualitas limbah cair tahu sebelum dibuang pada perairan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan berat arang aktif limbah kulit kacang kedelai dalam meningkatkan kualitas limbah cair tahu meliputi penurunan kadar COD, BOD, dan kenaikan pH. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor perlakuan yaitu perbedaan berat 1 g, 2 g, dan 3 g dan kontrol dengan lama waktu kontak 50 menit. Penelitian dilakukan dengan 6 kali pengulangan. Parameter dalam penelitian ini meliputi penurunan kadar COD, BOD, dan kenaikan pH pada limbah cair tahu. Data dianalisis dengan analisis varian satu arah dan dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan kadar COD dan BOD serta naiknya nilai pH pada limbah cair tahu dengan penggunaan berbagai berat arang aktif limbah kulit kacang kedelai. Penurunan yang terbaik terdapat pada berat arang 3 g yaitu sebesar 3260 mg/l (62,09%) pada COD, 768 mg/l (82,59%) pada BOD, dan 5,3 (23,25%) pada pH limbah cair tahu.

Kata kunci: kualitas limbah cair tahu; limbah kulit kacang kedelai; arang aktif

ABSTRACT

Tofu wastewater contains many organic substances and acidic which can degrade water quality in water bodies that receive directly discharged. Some of the parameters that can be used to determine the water quality are the level of COD, BOD, and pH. Activated charcoal can be used as an adsorbent to improve the quality of the wastewater before discharge to waters. The purpose of this study was to determine the effect of the utilization of activated charcoal from soybean nutshell waste for increasing the quality of wastewater tofu such as decreasing BOD, COD and increasing pH. The study used Completely Randomized Design (CRD) with one treatment factor, namely the weight of 1 g, 2 g, 3 g and control with the contact time 50 minutes. The study was conducted in 6 replications. Parameter study observed were the decrease of BOD, COD, and the increase in the pH of the tofu wastewater. Data was analyzed by one-way analysis of variance and followed by Duncan analysis. The results showed decrease of levels of COD and BOD as well as the increase in the pH value of wastewater by using many weighed of activated charcoal from soybeans nutshell waste and with contact time 50 minutes. The best reduction in the treatment with 3 g of charcoal contact time of 50 minutes i.e COD as 3260 mg/l (62.09%), BOD as 768 mg/l (82.59%), and pH as 5.3 (23.25 %) on wastewater of tofu.

Key words: quality of tofu wastewater; soybean nutshell waste; activated charcoal

PENDAHULUAN

Industri tahu merupakan industri kecil yang banyak terdapat di kota-kota besar maupun kecil. Tahu merupakan makanan yang digemari masyarakat karena sehat, bergizi, dan harganya murah, sehingga permintaan masyarakat meningkat dan akibatnya banyak industri tahu bermunculan di tiap kota di Indonesia. Jumlah

industri tahu di wilayah Indonesia mencapai 84.000 unit usaha dan 80% berada di Pulau Jawa, kapasitas produksi lebih dari 2,56 juta ton per tahun dan industri tahu ini memproduksi limbah cair sebanyak 20 juta meter³ per tahun (BPPT, 2012). Pertumbuhan industri tahu yang pesat belum diiringi dengan pengolahan maksimal terhadap limbah cair yang dihasilkan dari sisa

produksi karena sebagian besar industri tahu masih merupakan industri kecil skala rumah tangga yang tidak dilengkapi dengan unit pengolahan air limbah sehingga lama kelamaan limbah yang dihasilkan akan menumpuk dan bertambah banyak sehingga dapat mencemari lingkungan.

Limbah cair tahu memiliki kandungan senyawa-senyawa organik yang umumnya tinggi. Senyawa-senyawa organik tersebut, seperti protein sebesar 40-60%, karbohidrat sebesar 25-50%, dan lemak 10% (Pujiastuti, 2009). Karakteristik dari limbah cair industri tahu yang masih mengandung kadar protein tinggi dan bersifat asam, apabila langsung dibuang ke perairan tanpa diberi perlakuan untuk menurunkan kadar protein dan menaikkan pH dalam limbah tersebut maka mengakibatkan turunnya kualitas air pada badan air yang menerima.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengurangi beban pencemaran limbah di perairan yaitu dengan penggunaan karbon aktif atau yang biasa disebut arang aktif. Arang aktif mempunyai pori-pori yang dapat mengadsorpsi bahan-bahan organik yang terdapat pada limbah cair tahu. Limbah kulit kacang kedelai digunakan sebagai arang aktif dalam penelitian ini karena mengandung senyawa karbon yaitu selulosa dan hemiselulosa. Menurut Murni R, Suparjo, Akmal dan Ginting (2008) kulit kacang kedelai (*Glycine max* L.) mengandung senyawa karbon, yaitu selulosa sebesar 42,0% dan hemiselulosa sebesar 16,0%. Laju adsorpsi suatu penyerap dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti berat arang aktif. Semakin berat arang aktif yang digunakan maka semakin banyak zat yang terserap (Valentina, 2013).

Mengingat semakin banyaknya limbah organik seperti limbah cair tahu yang mencemari lingkungan dan pemanfaatan arang aktif limbah kulit kacang kedelai yang belum digunakan sebagai adsorben, maka perlu diadakan penelitian pemanfaatan arang arang aktif limbah kulit kacang kedelai (*Glycine max* L.) dalam meningkatkan kualitas limbah cair tahu. Tujuan penelitian adalah ingin mengetahui adanya pengaruh berat arang aktif kulit kacang kedelai dalam meningkatkan kualitas limbah cair tahu.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor perlakuan yaitu perbedaan berat arang aktif yaitu 1 g, 2 g,

dan 3 g dan kontrol dengan lama waktu kontak 50 menit dan dilakukan enam kali pengulangan sehingga sampel berjumlah 22. Penelitian ini dilakukan pada bulan September-Oktober 2014. Pengambilan sampel limbah cair tahu diperoleh dari daerah Sawonggaling, Sepanjang-Sidoarjo. Limbah kulit kacang kedelai diperoleh di Bojonegoro dan merupakan limbah pasca panen. Untuk pembuatan arang aktif dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia FMIPA Unesa sedangkan analisis penurunan kadar BOD dan COD limbah cair tahu dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS dan pengukuran pH dilakukan di Laboratorium Ekologi Jurusan Biologi FMIPA Unesa.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah labu erlenmeyer 250 ml, gelas ukur 1000 ml, neraca analitik, pipet volume, mortal dan alu, botol *winkler*, cawan krus, termometer, kertas saring, pH pen, oven pemanas, *furnace* atau tanur dan ayakan mesh nomor 140. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kulit kacang kedelai, larutan $ZnCl_2$ 5% 100 ml, 0,2 g kristal $HgSO_4$, 15 ml H_2SO_4 pekat, 5 ml $K_2Cr_2O_7$, indikator ferroin, 2 ml $MnSO_4$, amilum, Na_2SO_3 , aquades, dan limbah cair tahu.

Arang aktif terbuat dari kulit kacang kedelai. Arang aktif kulit kacang kedelai dibuat melalui 3 tahapan proses yaitu dehidrasi, karbonisasi, dan aktivasi. Pada proses dehidrasi sampel kulit kacang kedelai yang telah dikeringanginkan lalu dioven selama 1 jam pada suhu 105 °C. Selanjutnya pada proses karbonisasi kulit kacang kedelai dimasukkan ke dalam *furnace* atau tanur selama 1 jam pada suhu 275 °C. Terakhir sampel arang yang telah jadi diaktivasi ke dalam larutan $ZnCl_2$ 5% selama 30 menit. Arang aktif yang telah kering kemudian digerus sampai halus dan dilakukan pengayakan pada ayakan mesh nomor 140 sampai arang aktif berbentuk serbuk. Serbuk arang aktif ditimbang beratnya sebanyak 1 gram, 2 gram, dan 3 gram.

Sampel limbah cair tahu sebanyak 250 ml kemudian diberi perlakuan berbagai berat arang aktif sesuai dengan unit penelitian. Lalu diuji kadar COD menggunakan metode refluks, BOD dengan metode *winkler* dan pH menggunakan alat pH pen.

Data yang diperoleh adalah data peningkatan kualitas limbah cair tahu meliputi besarnya penurunan kadar COD, BOD dan kenaikan pH, selanjutnya data dilakukan uji normalitas dan homogenitas. Kemudian dianalisis menggunakan analisis varian (ANOVA) satu arah

untuk mengetahui adanya pengaruh penggunaan berat arang aktif terhadap peningkatan kualitas limbah cair tahu. Setelah hasil dinyatakan signifikan dengan hasil uji mempunyai nilai lebih besar daripada 0,05 maka dilanjutkan dengan uji Duncan untuk mencari perlakuan yang terbaik dalam meningkatkan kualitas limbah cair tahu.

HASIL

Hasil karakteristik awal limbah cair tahu dengan nilai rerata untuk kadar BOD sebesar 4412 mg/l, kadar COD sebesar 8600 mg/l, nilai pH 4,3 dan suhu 52 °C (Tabel 1). Kualitas limbah cair tahu tersebut menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan

Usaha Lainnya adalah kadar COD sebesar 300 mg/l, BOD sebesar 150 mg/l, pH sebesar 6-9, namun menurut Sarwono dan Saragih (2001) untuk suhu juga lebih tinggi dibandingkan dengan suhu rata-rata air.

Selanjutnya data yang diperoleh dari penelitian ini yakni berupa data peningkatan kualitas limbah cair tahu meliputi penurunan kadar COD dan BOD serta kenaikan nilai pH dalam limbah cair tahu yang diberi perlakuan berbagai berat arang aktif kulit kacang kedelai.

Data peningkatan kualitas limbah cair tahu meliputi penurunan kadar COD, penurunan kadar BOD, dan peningkatan pH pada limbah cair tahu dengan perlakuan berbagai berat arang aktif kulit kacang kedelai dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Karakteristik awal limbah cair tahu

	Kadar BOD	Kadar COD	Kadar pH	Suhu
Limbah Cair Tahu	4412 mg/l	8600 mg/l	4,3	52°C
Baku Mutu Limbah Cair Tahu Menurut Peraturan Gubernur Jatim No. 72 Tahun 2013	300 mg/l	150 mg/l	6-9	28-32°C

Tabel 2. Data hasil peningkatan kualitas limbah cair tahu

Parameter Limbah Cair Tahu	Berat Arang Aktif		
	1 gram (a)	2 gram (b)	3 gram (c)
COD	4940±40 ^c	4520±46.18 ^b	3260±40 ^a
BOD	2381±62.87 ^c	1593±73.72 ^b	768±62.87 ^a
pH	4.5±0 ^a	4.8±0 ^b	5.3±0 ^c

Keterangan :

a : Berat arang aktif 1 gram

b : Berat arang aktif 2 gram

c : Berat arang aktif 3 gram

^{a-c} Hasil notasi pada uji Duncan

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa hasil penurunan kadar COD, penurunan kadar BOD, dan peningkatan pH terbesar terdapat pada perlakuan berat arang aktif 3 gram. Sedangkan, penurunan kadar COD, penurunan kadar BOD, dan peningkatan pH terkecil terdapat pada perlakuan berat arang aktif 1 gram.

Data penurunan kadar COD, penurunan kadar BOD, dan peningkatan pH diuji menggunakan uji One Sample Test Kolmogorov-Smirnov untuk mengetahui bahwa data berdistribusi normal, dan setelah dilakukan uji homogenitas data tersebut homogen. Selanjutnya, dianalisis menggunakan Analisis Varian (Anava) 1 arah dan dilanjutkan uji Duncan. Untuk analisis varian satu arah menunjukkan nilai signifikan dengan hasil uji mempunyai nilai lebih besar daripada 0,05 untuk perlakuan berat arang aktif. Hasil tersebut mempunyai arti bahwa perlakuan berat arang aktif memberikan pengaruh terhadap

penurunan kadar COD, penurunan kadar BOD, dan peningkatan pH. Pada uji Duncan menunjukkan adanya perbedaan nyata tiap perlakuan karena pada tiap perlakuan mempunyai notasi yang berbeda dan hasil perlakuan terbaik pada perlakuan c yaitu berat arang aktif 3 gram.

PEMBAHASAN

Karakteristik awal limbah cair tahu memiliki kadar COD sebesar 8600 mg/l, kadar BOD sebesar 4412 mg/l, pH sebesar 4,3, dan suhu sebesar 52 °C . Hasil tersebut jauh berada diatas nilai ambang batas yang diperbolehkan menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya adalah kadar COD sebesar 300mg/l, BOD sebesar 150 mg/l, pH sebesar 6-9, selain itu menurut

Sarwono dan Saragih (2001) untuk suhu juga lebih tinggi dibandingkan dengan suhu rata-rata air.

Tingginya kadar COD, BOD, dan pH perlu mendapatkan perlakuan sebelum dibuang ke perairan. Salah satunya dengan menggunakan arang aktif. Arang aktif dapat dijadikan sebagai adsorben karena memiliki pori-pori yang dapat menyerap adsorbat seperti zat-zat organik yang terdapat di dalam limbah cair tahu. Menurut Reynold (1982) dalam Kasam (2005) masuknya adsorbat ke dalam pori-pori arang aktif melalui proses adsorpsi. Proses adsorpsi dapat terjadi karena adanya gaya kapiler yang besar yang terjadi antar molekul zat terlarut (adsorbat) dengan zat penyerapnya (adsorben) dibandingkan antara molekul zat terlarut (adsorbat) dengan pelarutnya.

Proses adsorpsi dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti berat (Rajagukguk, 2011). Pada proses penurunan COD menunjukkan hasil penurunan paling besar pada perlakuan berat arang aktif 3 gram (c) yaitu 3260 mg/l, hasil penurunan BOD menunjukkan hasil penurunan paling besar juga terdapat pada perlakuan berat arang aktif 3 gram (c) yaitu 768,00 mg/l, dan untuk peningkatan nilai pH yang terjadi menunjukkan hasil paling besar pada perlakuan berat arang aktif 3 gram (c) yaitu menjadi 5,3. Semakin banyak arang aktif yang digunakan maka akan semakin banyak pula zat-zat organik yang dapat masuk ke dalam pori-pori arang aktif. Zat-zat organik yang terdapat dalam limbah cair tahu yang telah diadsorpsi oleh pori-pori arang aktif akan berkurang jumlahnya sehingga akan menurunkan kadar COD dan BOD pada limbah tersebut dan menurut Fatriani (2009) untuk nilai pH akan mengalami kenaikan karena adanya serapan ion hidrogen (H^+) oleh arang aktif.

Proses karbonisasi yang terjadi pada pembuatan arang aktif mengakibatkan tingkat kerapatan antar cincin segienam yang ada menjadi tidak sempurna. Ketidaksempurnaan tersebut menyebabkan terbentuknya pori-pori pada arang aktif. Arang aktif dapat digunakan sebagai adsorben karena dapat mengadsorpsi zat-zat organik. Menurut Reynold (1982) dalam Kasam (2005) menyatakan bahwa adsorpsi dapat terjadi karena adanya perbedaan gaya kapiler. Gaya kapiler yang terjadi antara molekul-molekul zat-zat teradsorpsi dengan pori-pori arang aktif lebih besar dibandingkan dengan dengan molekul zat terlarut dengan pelarutnya, sehingga zat organik dapat berdifusi masuk ke dalam pori-pori arang aktif. Mekanisme adsorpsi pada arang aktif terjadi melalui tiga tahapan dasar yaitu zat terjerap pada bagian luar arang aktif, zat bergerak menuju pori-

pori arang aktif dan zat terjerap pada pori-pori arang aktif (Setyaningsih, 1995).

Dari hasil penelitian pemanfaatan limbah kulit kacang kedelai (*Glycine max* L.) dalam meningkatkan kualitas limbah cair tahu bahwa arang aktif limbah kulit kacang kedelai dapat digunakan sebagai adsorben dengan berat arang aktif 3 gram dapat menurunkan kadar COD, BOD dan menaikkan pH sehingga dapat meningkatkan kualitas limbah cair tahu.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai pemanfaatan arang aktif limbah kulit kacang kedelai (*Glycine max* L.) dalam meningkatkan kualitas limbah cair tahu dapat diambil kesimpulan bahwa ada pengaruh berbagai berat arang aktif dalam meningkatkan kualitas limbah cair tahu. Hasil menunjukkan perlakuan terbaik, yaitu pada berat 3 gram dengan penurunan kadar COD menjadi 3260 mg/l, penurunan kadar BOD menjadi 768 mg/l, dan pH meningkat menjadi 5,3.

DAFTAR PUSTAKA

- BPPT, 2012. *Penerapan Teknologi Pengolahan Limbah Organik Untuk Energi*. <http://icu-network.net/icu2012/sites/default/files/documents/2.%20Prasetiyadi%20%20Presentasi%20Biogas%20Kalisari.pdf>. Diunduh tanggal 19 November 2013.
- Irmanto dan Suryanto, 2010. Optimasi Penurunan Nilai BOD, COD Dan TSS Limbah Cair Industri Tapioka Menggunakan Arang Aktif Dari Ampas Kopi. *Molekul*, 5(1): 22-32.
- Murni R, Suparjo, Akmal dan Ginting, 2008. *Pemanfaatan Limbah Sebagai Bahan Pakan Ternak*. Buku Ajar Teknologi Pemanfaatan Limbah Untuk Pakan. Jambi: Laboratorium Makanan Ternak Universitas Jambi.
- Gubernur Jawa Timur Nomor 72, 2013. *Peraturan Gubernur Jawa Timur Tentang Baku Mutu Limbah Bagi Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya*.
- Pujiastuti P, 2009. Perbandingan Efisiensi Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu Secara Aerasi; Flokulasi; Biofilter Anaerob Dan Biofilter Anerob-Aerob Ditinjau Dari Parameter BOD₅ Dan COD. *Jurnal Ilmiah Biologi dan Kesehatan*. 2(1): 52-63.
- Rajagukguk FH, 2011. Efektifitas Karbon Aktif Kulit Singkong Untuk Menurunkan Kadar Biological Oxygen Demand (BOD) dan Total Suspended Solid (TSS) Air Limbah Pabrik Tepung Tapioka. *Skripsi*. Tidak dipublikasikan. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.

- Sarwono B dan Saragih, 2001. *Membuat Aneka Tahu*. [http:// books .google .co.id /books /about/Membuat_Aneka_Tahu.html?id=HQHRuSkbPPAC&redir_esc=y](http://books.google.co.id/books/about/Membuat_Aneka_Tahu.html?id=HQHRuSkbPPAC&redir_esc=y). Diunduh tanggal 15 Desember 2013.
- Setyaningsih H, 1995. Pengolahan Limbah Batik Dalam Proses Kimia Dan Adsorpsi Karbon Aktif. *Tesis*. Tidak Dipublikasikan Program Pascasarjana. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Syauqiah I, Mayang dan Hetty, 2011. Analisis Variasi Waktu Dan kecepatan Pengadukan Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang aktif. *INFO TEKNIK*. 12(1).
- Valentina AE, 2013. Pemanfaatan Arang Eceng Gondok Dalam Menurunkan Kekeruhan, COD, BOD Pada Air Sumur. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 2(2).